

知識獲得支援システム EPSILON/One

A Knowledge Acquisition Support System EPSILON/One

椿 和弘、滝 寛和、大崎宏*

Tsubaki Kazuhiro, Taki Hirokazu, Ohsaki Hiroshi*

(財)新世代コンピュータ技術開発機構、*(財)日本情報処理開発協会
ICOT *JIPDEC

This paper describes a knowledge acquisition support system, EPSILON/One. EPSILON/One is based on the expert model and pre-post method, and acquires expert knowledge for a knowledge base of a knowledge system. It elicits knowledge in the expert model form by interviewing with a human expert, refines the expert model and evaluates the expert model. One of the most important factors of the expert model is a generic operation form. Current operation types are derived from knowledge bases of diagnosis expert systems by rule analysis. They are "ordering", "classification", "selection", "combination", "translation", "input", and "output".

1 はじめに

エキスパートシステム開発のボトルネックの一つに知識獲得の問題がある。この問題を解決するために知識獲得支援システムや知識獲得方法論の研究開発が活発に行われている。知識獲得における重要な問題として対象問題を解決するために専門家からの必要な知識の抽出と抽出した知識の不備の解消があるが。我々は、これらの問題に対して、専門家の知識を表現するモデルの観点から知識獲得の方法を研究している。本稿では、知識獲得向けの知識表現である専門家モデルとその獲得手法であるプリ・ポスト法[滝 87]の提案と、これらの技術を応用した知識獲得支援システムEPSILON/Oneについて紹介する。

2 EPSILON/Oneの知識獲得概要

2.1 専門家モデル

専門家モデルは単純化専門家タスクモデルと診断エキスパートシステムのルールの分析から考案された。図1のように専門家モデルでは専門家の個々の作業をオペレーションで表し、その処理順序をプリ・ポスト関係として表現する。オペレーションは入力データである入力要素グループ、処理内容であるエバリュエータ、と出力データである出力要素グルー

プから構成される。なお、このオペレーションで処理されるデータを要素と呼ぶことにする。

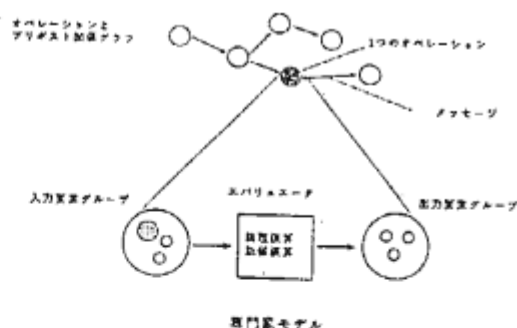


図1 専門家モデル概要

専門家から最低限度の必要な知識を抽出するためにオペレーションを7つのタイプ、即ち、選択、分類、変換、組み合わせ、順位付け、入力、出力に分けている。この7つのタイプは、実際の知識ベースを解析することで得られた。EPSILON/Oneでのオペレーションタイプごとの処理内容を以下に説明する。選択は、選択条件に従って要素の選択を行なう。分類は、分類条件に従って要素をいくつかのグループへ分ける。変換は、要素の属性追加、或いは新し

い要素の生成を行なう。組み合わせは、組み合わせ方法に従って要素を組み合わせ、新しい要素を作る。順位付けは、並べ換え条件に従って要素を並べ換える。入力は、要素の属性値の抽出を行なう。出力は、要素の属性値の表示を行なう。

2. 2 プリ・ポスト法

プリ・ポスト法とは、あるオペレーションに関係する前後（プリ・ポスト）オペレーションの連想を専門家に促すことによってオペレーションを獲得し、そしてオペレーションの構成要素であるエバリュエータ（属性、属性値、評価式）と要素の獲得を行う手法である。処理手順は問題解決全体構造の抽出（オペレーション、プリ・ポストオペレーション関係、データフロー関係）、問題解決戦略の抽出（オペレーションタイプ、エバリュエータ）、処理データの抽出（要素名、属性値）の3段階に分けられる。以下にインプリメントを行なったプリ・ポスト法の過程を示す。

〔ステップ1〕初期オペレーションの抽出

〔ステップ2〕プリ・ポストオペレーション、プリ・ポスト関係の抽出

〔ステップ3〕オペレーションタイプの抽出

〔ステップ4〕入力要素グループの抽出

〔ステップ5〕エバリュエータの抽出

〔ステップ6〕要素抽出

〔ステップ7〕要素の属性値抽出

2. 3 専門家モデルにおけるリファイン（洗練化）

リファインとは獲得した知識ベースの性能が専門家・ユーザにとって満足のゆかない場合に、知識ベース内の不備を検出してその不備を解消することである。ここではインプリメントされた構造情報（part-of情報）を用いたリファイン手法について述べる。本リファイン手法は、予め獲得されたpart-of関係で表現された要素と、プリ・ポスト法で獲得された要素を比較することによって、抽出漏れ要素の検出を行い、専門家からその要素に関する不備の解消情報の獲得支援を行うものである。以下にその過程を記す。

〔ステップ1〕抽出漏れ要素の検出とセット対象となる要素集合のアドバイス

〔ステップ2〕専門家による抽出漏れ要素の属する要素集合の決定

〔ステップ3〕抽出漏れ要素の属性値抽出

2. 4 専門家モデルの評価

専門家モデルの評価を行なうためには推論機構として、専門家の推論メカニズムを適切に表現し、そ

の推論制御が専門家にとって理解しやすいものが好ましい。そこで推論の失敗した場合に対する推論を行うためにはオペレーション間の実行の制御にバックトラックを導入し、またプリ・ポスト関係と入力関係にAND・OR関係を導入する。専門家モデルの推論はオペレーション単位で行なわれ、オペレーション間のメッセージパッシングによって実行される。ものである。推論アルゴリズムを下記に示す。

〔ステップ1〕未実行入力要素グループを取り出す

〔ステップ2〕入力要素グループ中の総ての要素に対して評価式を実行し、評価式の実行が成功した要素は、出力グループへ登録する

〔ステップ3〕ポスト・オペレーションに対して実行依頼メッセージを送る

2. 5 EPSILON/EMとの相違

EPSILON/One(Ver 1.0)とEPSILON/EM[滝 87]の違いは下記の4点である。

- ・専門家モデルの構造がフラット
- ・専門家モデルの推論制御が全探索・逐次処理
- ・リファインモジュールの追加
- ・推論モジュールの追加

3 EPSILON/One

EPSILON/Oneは専門家の知的作業をオペレーションと呼ぶ小さな作業単位で収集し、知識ベースを構築する知識獲得支援システムである。PSI上に構築されたEPSILON/Oneはマルチウィンドウ、マウス、メニュー等のフレンドリーなユーザインタフェースをユーザに提供している。図2にシステム構成を示す。

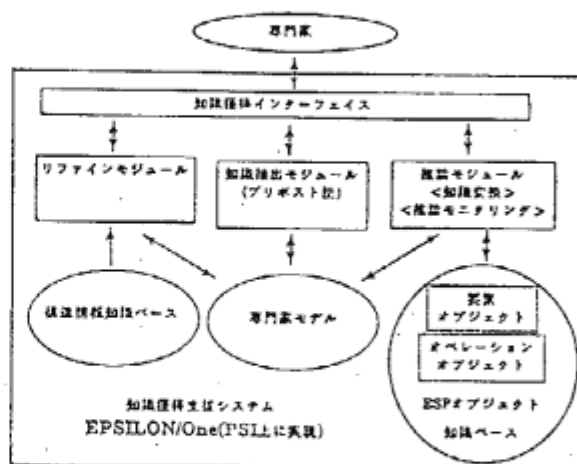


図2 EPSILON/Oneのシステム構成図

ブリ・ポスト法に基づいた知識獲得戦略によって知識獲得インタフェースを通じて知識を獲得し、専門家モデルを構築する。また、知識獲得インタフェースを通じて構造情報に関する知識を構造情報知識表現として獲得する。そしてリファインモジュールが専門家モデルと構造情報を基に獲得した知識の不備の解消を行う。専門家モデルは推論モジュールで評価が行われる。

3. 1 専門家モデルの抽出

まず、EPSILON/Oneは最初に思いっくまに専門家にオペレーションの入力を求める。そしてブリ・ポスト法により抜け落ちたオペレーションとオペレーション間の関係を抽出する。図3では、[歯車を組み合わせる]と言うオペレーションの前に行なう作業(ブリ・オペレーション)の連想を専門家に促し、専門家は[大歯車材質チェック]と[小歯車材質チェック]を獲得することを示している。そして[歯車を組み合わせる]の後の作業の連想を同様に促しポスト・オペレーションとポスト関係の抽出を行う。

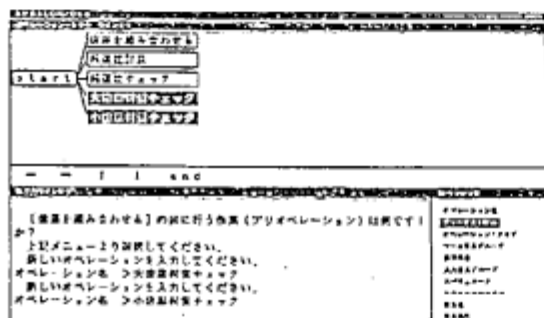


図3 ブリ・ポスト法による抽出画面

EPSILON/Oneはオペレーションタイプの抽出を行ない、次に、データフロー情報を抽出する。そして、オペレーションのタイプごとにエバリュエータを専門家から獲得する。図4では選択オペレーションの選択条件の獲得を示している。

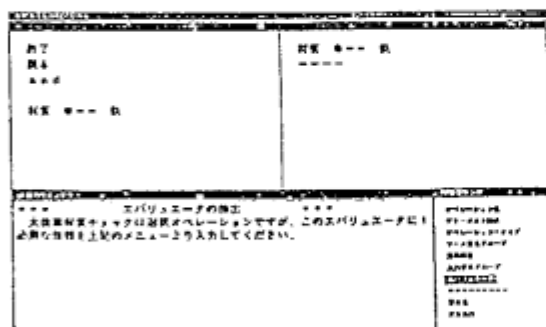


図4 エバリュエータの抽出画面

エバリュエータの抽出後、要素と要素属性の抽出を行う。

3. 2 リファイン

専門家モデルと構造情報知識ベースとの比較によるリファインを行なう。各知識ベースの要素比較により抜け落ちた要素が検出される。抽出漏れ要素の属する可能性のある要素グループのアドバイス(図5)が行なわれる。

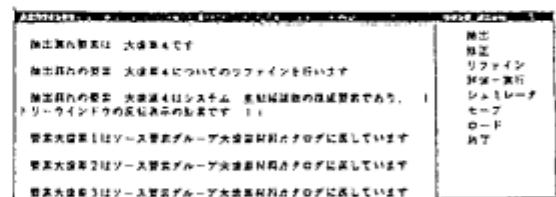


図5 要素付加支援アドバイス

専門家はソース要素グループ内の構成要素を見て、大歯車カタログを選択する。最後に要素の属性値(専門家モデルのオペレーション群で使用される属性)の獲得を行うことによりリファイン作業を終了する。

3. 3 専門家モデルの評価-実行

獲得された専門家モデル(図6)はESPのオブジェクト表現に変換されて実行される。反転表示のオペレーションが処理中のオペレーションであり、総てのオペレーションの実行が終了すると、解が表示される。

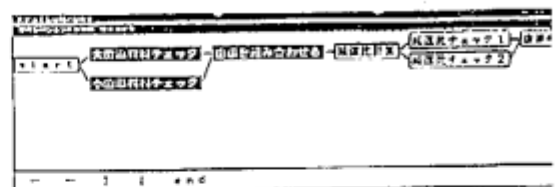


図6 獲得された専門家モデルの推論

4 EPSILON/Oneの評価と今後の課題

専門家モデル、ブリ・ポスト法について専門家による十分な評価を行っていないが、専門家自身が良構造の診断知識を持っていれば、その知識の整理は可能である。また、オペレーションタイプの数について、問題のタイプやアプリケーションによって、これ以外にもオペレーションはあると思われる。診断問題ではシステムの用意している7つで充分であると考えられる。以下にEPSILON/OneについてiCOT

の再委託メーカのKEによる評価、及び開発者による評価での問題点[ICOT 89]を記す。

(1) 設計問題の知識表現能力の不足

設計問題に特有のジェネレート&テストの表現はオペレーションのプリ・ポスト関係をループさせることによって表現しなければならないが、自然な形式で表現することは難しく、テクニックを必要とする。また設計問題では候補を効率的に生成することがあるが、現在のEPSILON/Oneは備えていない。

(2) 要素の知識表現能力の不足

一般にデータ(要素)はis-a階層、part-of階層、クラス-インスタンスの関係等を持つが、現在のEPSILON/Oneでは表現することはできない。また要素の属性のなかにはグローバルなものとローカルなものが含まれ、現在のEPSILON/Oneでは総てローカルな属性として表現しなければならない。

(3) メタ知識(プリ・ポスト関係、入力関係)獲得問題

各作業の繋がりを基に知識獲得を行うこと、及びメタ知識の抽出は専門家に任せられていることのために手続き的な推論処理を行う専門家モデルが獲得される可能性がある。そこでプリ・ポスト関係のAND・OR情報と入力関係のAND・OR情報を抽出支援することが必要である。

(4) エバリュエータの獲得問題

現在のエバリュエータの獲得は専門家に任されている。しかしながら、実際の専門家モデルの評価において専門家が期待した結果がでない場合が多々ある。そのための獲得支援が必要である。

EPSILON/Oneの今後の課題としては上記の問題点の改善がある。専門家モデルは診断問題をベースに考案されたものであり、設計問題の知識獲得を行うためには専門家モデルの拡張が必要と思われる。最後に、それ以外の課題を以下に記す。

・メタスクリプト、オペレーションブロックの獲得支援

専門家はノウハウをある程度抽象化して階層化していると考えられる。階層化された知識を表現する枠組みがメタスクリプトとオペレーションブロックであるが、これらの獲得法とその洗練化法をインプリメントすることにより適切な問題解決全体構造を獲得することができると考えられる。

・専門家モデルの条件要素の知識獲得

条件要素を用いることにより、オペレーションで利用する条件を動的に変更することができる。

・オペレーション実行時の並列処理

推論機構に並列処理を導入することにより、より速い評価、推論を実現する。並列処理の対象となるものに、次のものがある。これらの並列処理は、GHC 言語[上田 88]による実現を考えている。

- (i) プリ・ポスト関係のAND・OR情報を持つオペレーションの並列処理
- (ii) オペレーション内並列処理
- (iii) 入出力要素グループ情報のAND・OR並列処理

[参考文献]

- [Chikayama 84] Chikayama, T.: Unique Features of ESP, International Conference on Fifth Generation Computer Systems, November 1984.
- [Davis 79] Davis, Randall.: Interactive Transfer of Expertise: Acquisition of New Inference Rules, Artificial Intelligence 12(1979).
- [Hays-Roth 83] Hays-Roth, F., Waterman, D. A., Lenat, D. B.: Building Expert Systems, Addison-Wesley Publishing comp., 1983.
- [ICOT 89] ICOT Technical Memo, EPSILON/Oneの評価, 1989 (to appear).
- [Kahn 85] Kahn, G., S. Nowlan, and J. McDermott.: Strategies for knowledge acquisition., IEEE transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 7(5), 1985.
- [川口 87] 川口, 他: インタビューシステムのためのシェルスISの開発, 人工知能学会第一回全国大会論文集, 1987.
- [松本 87] 松本, 太田: エキスパートシステム構築方法論-ES/SDM-の開発, 人工知能学会第一回全国大会論文集, 1987.
- [Motta 88] Motta, E., Pitman, K. M., West, M.: Support for knowledge acquisition in the Knowledge Engineer's Assistant (KEATS), Expert Systems, Vol. 5, NO. 1, February 1988.
- [大崎 88] 大崎, 滝, 椿: 知識獲得支援システムEPSILON/One(2)-専門家モデルの推論エンジンとPSI上でのインプリメント-, 第8回「知識工学シンポジウム」資料, 計測自動制御学会, 1988.
- [鈴木 86] 鈴木: OPS5文法入門, Computer Today, サイエンス社, 1986/5 No. 13.
- [滝 87] 滝, 椿, 岩下: 「知識獲得支援システム(EPSILON)における専門家モデル」情報処理学会, 知識工学と人工知能研究会報告 52-4, 1987年5月.
- [瀧 84] Taki, K., Yokota, M., Yamamoto, A., Nishikawa, H., Uchida, S., Nakasjima, H. and Mitsuishi, A.: Hardware Design and Implementation of The Personal Sequential Inference Machine (PSI), International Conference on Fifth Generation Computer Systems, November 1984.
- [藤堂 88] 藤堂, 松本: エキスパートシステム構築アドバイザー/SAKAS, 人工知能学会第二回全国大会論文集, 1988.
- [椿 88] 椿, 滝, 大崎: 知識獲得支援システムEPSILON/One(1)-異なる知識表現を用いたリファイン-, 第8回「知識工学シンポジウム」資料, 計測自動制御学会, 1988.
- [上田 88] 上田: GHCプログラミングの基本, The Logic Programming Conference '88チュートリアル資料, ICOT, 1988.